



## Naturabêtes, une nourriture de qualité pour nos bêtes

Par :

Housna Ahmed Abdallah  
Louis Fouchard  
Sadrane Said Ahamada  
Yassem Kaambi Daoud  
Andjami Antoissi  
Nassuf Abdou  
Sayimta Abdallah

Terminale générale  
Terminale générale  
Terminale générale  
Terminale générale  
Terminale générale  
Terminale générale  
Terminale générale

Sous la direction de :

Dr Gildas NYAME MENDENDY BOUSSAMBE, enseignant de physique et chimie  
Djadid SAID AHAMADA, enseignant de Maths-Sciences

## **Introduction**

De nos jours, à Mayotte, l'alimentation animale est une priorité. En effet, la principale source de protéine de la population mahoraise est le poulet. Toutefois, afin de les nourrir, les éleveurs dépendent énormément de l'importation des graines de soja provenant du Brésil ou du maïs. Cependant, la flore mahoraise regorge de plantes et de graines non comestibles par l'homme et riches en protéines, lipides, glucides, en fer et biens d'autres. Il y a beaucoup d'aliments et en particulier les végétaux que nous utilisons pour notre consommation, génèrent un grand nombre de déchets, tels que les coques, les feuilles, les peaux, et les graines. Plutôt que de considérer ces restes comme des déchets à éliminer, nous devrions les voir comme une opportunité de valorisation. Ce serait du gaspillage que de ne pas utiliser ces ressources que l'on jette sans se poser de question. De ce fait, nous nous sommes alors demandé, serait-il possible de créer une nourriture animale en utilisant les ressources locales considérées comme déchets ?

Notre projet consiste donc à fabriquer une nourriture animale à partir de ces déchets et qui puissent être utilisés pour l'alimentation d'élevages mahorais en toute saison.

Pour ce faire, nous avons commencés par présenter les besoins nutritionnels des poules pondeuses. Puis nous nous sommes intéressés aux ressources locales qui rentreront dans la composition de notre produit. Ensuite nous allons nous intéresser aux différents laboratoires et entreprises qui nous permettraient d'avoir une meilleure compréhension du domaine de l'alimentation animale et de l'analyse. Enfin nous expliquerons le protocole à la base de notre nourriture et nos perspectives d'avenir.

### **1) Besoins nutritionnels :**

Dans un premier temps, nous avons commencé par chercher les besoins nutritionnels de la volaille, particulièrement, les poules pondeuses. A partir de différentes études, plus précisément, celle de l'ITAB (l'Institut de l'Agriculture et de l'Alimentation Biologique) nous avons établis le tableau des besoins nutritionnels des poules pondeuses.

#### **Besoins nutritionnels :**

Energie en Kcal	2700-2900
Protéine brute (%)	20
Matière grasse (%)	4-7
Cellulose brute (%)	7
Calcium (%)	3,5
Sodium (%)	0,13

Les poules étant omnivores, elles peuvent manger de la viande ou des végétaux. Cependant, selon ce qu'elles mangent, cela aura un impact sur l'odeur, le goût, mais surtout sur les apports nutritionnels de ses œufs. Nous devons alors éviter les aliments odorants comme les oignons ou l'ail et veillez à ce que les différents aliments suffisent à la production d'œufs de qualité. De plus, il faut également prendre en compte le fait que les poules en général peuvent être nourries à n'importe quel moment de la journée.

Avant de sélectionner les différents végétaux essentiels pour notre nourriture, il serait intéressant de voir un exemple d'alimentation d'élevages de poules pondeuses que l'on retrouve dans le commerce :



Figure 1 : Image de Granulés BIO poudeuse

**Composition :**

Mélange de blé et d'orge, maïs, tourteaux de tournesol, carbonate de calcium, pois, avoine, graines de soja, tourteau de soja féverole, phosphate bicalcique, pré-mélange minéral, vitamines et oligo-éléments.

**Constituants analytique :**

Protéines brutes	<b>17%</b>
Matières grasses brutes	<b>4,7%</b>
Cellulose brute	<b>7%</b>
Cendres brutes	<b>12,4%</b>
Méthionine	<b>0,31%</b>

Comme nous pouvons le remarquer, les principaux composants de ces granulés sont des céréales, les graines étant constituées essentiellement de protéines, de matières grasses et de fibres. Concernant la production de tels granulés, ils nécessitent de nombreux végétaux qui viennent à manquer à cause des conditions climatiques, des problèmes de sécheresses mais aussi dépend de l'importation d'autres pays comme par exemple l'Ukraine l'un des principaux producteurs de blé en Europe. De plus, en raison de la taille de la production, cette dernière exerce une influence non négligeable sur l'écologie. Notre but est donc de pouvoir créer un aliment qui soit fait avec des produits locaux qui ont les mêmes ou plus de bienfaits que ceux que l'on utilise en France métropolitaine tout en respectant les mêmes normes.

**2) Recherches des produits locaux**

Nous avons alors cherché les produits locaux dont on avait besoin pour fabriquer une nourriture 100% locale. Pour cela, en plus de nos recherches bibliographiques, nous avons la chance d'avoir dans notre groupe, une personne possédant un petit élevage de poules et qui a mis ses connaissances à disposition du projet. C'est grâce à cela que nous avons pu associer les besoins nutritionnels des animaux aux aliments présents sur notre île.

**La peau de jacquier**

Le jacques est un énorme fruit ressemblant au durian. Cependant il diffère de ce dernier par son odeur et l'intérieur. En effet, le jacques possède une odeur et un goût doux et sucré contrairement au durian

qui possède une odeur très forte. Il peut peser jusqu'à 30 kg et mesurer de 20 à 70 cm. Ce fruit est emblématique de Mayotte, de par le nombre de fruits durant sa saison de récolte mais aussi de par sa localisation puisqu'il pousse n'importe où sur île. La consommation du fruit génère une énorme quantité de déchet composé essentiellement de graines, de peau du fruit et des parties non comestibles par l'homme. Grâce à ses différents apports nutritionnels, les parties du fruit considérées comme des déchets ont donc été utilisées pour la fabrication de la nourriture animale.



**Images du jacques avec sa pulpe et ses graines**

Ainsi, la peau de jacques contient des protéines avec beaucoup de vitamines tels que les vitamines B et C ainsi que des fibres, et des minéraux tels que le zinc ou le fer<sup>1</sup>. Les graines de jacques quant à elles contiennent des fibres, des minéraux comme le sodium, le magnésium et différentes vitamines<sup>2</sup>.

**Table 2**  
**Composition of jackfruit seed in 100 g edible portion [9].**

Nutrient	Composition
Total minerals (g)	0.9 to 1.2
Calcium (mg)	50.0
Magnesium (mg)	54.0
Phosphorus (mg)	38.0 to 97.0
Potassium (mg)	246
Sodium (mg)	63.2
Iron (mg)	1.5
Vitamin A (IU)	10 to 17
Thiamine (mg)	0.25
Riboflavin (mg)	0.11 to 0.3
Vitamin C (mg)	11.0

*Tableau d'étude sur les nutriments présents dans les graines de jacques basé sur l'étude<sup>2</sup>*

**Feuilles de jacques :** elles apportent une bonne source de fibres, de minéraux comme le zinc mais surtout du fer.

**Table 1: Proximate composition of jackfruit seeds, pulp and leaves**

Sample	Moisture (%)	Crude fiber (%)	Ash (%)	Protein (%)	Fat (%)	Carbohydrate (%)
Jackfruit Pulp	86.93 <sup>a</sup> ±0.0	3.01 <sup>c</sup> ±0.05	1.02 <sup>b</sup> ±0.04	10.06 <sup>c</sup> ±0.04	1.49 <sup>b</sup> ±0.04	7.74 <sup>a</sup> ±0.18
Jackfruit Seed	71.92 <sup>c</sup> ±0.33	3.92 <sup>a</sup> ±0.06	0.89 <sup>b</sup> ±0.03	10.09 <sup>b</sup> ±0.11	4.29 <sup>a</sup> ±0.12	7.89 <sup>a</sup> ±0.13
Jackfruit Leaves	85.33 <sup>b</sup> ±0.45	4.91 <sup>c</sup> ±0.06	2.53 <sup>a</sup> ±0.06	1.19 <sup>b</sup> ±0.11	0.73 <sup>c</sup> ±0.05	5.33 <sup>b</sup> ±0.40
LSD	0.318	0.93	0.078	0.418	0.057	0.266

Values are means (±) standard deviation of duplicate analysis, mean scores with different superscript letter (a, b, c) in the same column are significantly different (p<0.05).

**Table 2: Mineral and vitamin composition of jackfruit pulp, seed, and leaves**

Sample	Calcium (g/100g)	Potassium (g/100g)	Manganese (mg/100g)	Iron (mg/100g)	Zinc (mg/100g)	Vitamin C (mg/100g)
Jackfruit Pulp	0.03 <sup>b</sup> ±0.01	0.33 <sup>a</sup> ±0.01	11.75 <sup>a</sup> ±0.35	21.50 <sup>b</sup> ±0.71	5.20 <sup>c</sup> ±0.07	2.10 <sup>a</sup> ±0.0
Jackfruit Seed	0.04 <sup>b</sup> ±0.01	0.22 <sup>b</sup> ±0.01	9.50 <sup>b</sup> ±0.71	18.25 <sup>b</sup> ±0.35	9.28 <sup>a</sup> ±0.11	0.11 <sup>b</sup> ±0.0
Jackfruit Leaves	0.52 <sup>a</sup> ±0.01	0.21 <sup>b</sup> ±0.01	12.75 <sup>a</sup> ±0.35	59.50 <sup>a</sup> ±0.71	5.73 <sup>b</sup> ±0.04	0.99 <sup>b</sup> ±0.0
LSD	0.007	0.007	0.50	0.612	0.076	0.001

Values are means (±) standard deviation of duplicate analysis, mean scores with different superscript letter (a, b, c) in the same column are significantly different (p<0.05).

**Tableaux sur la composition en micro nutriment, vitamines et des feuilles de jacquiers par l'étude**

### Le moringa

Cet arbre produit des fruits de forme particulière. Les fruits sont en forme de gousse. Ils se scindent en trois lorsqu'ils sont secs. Le moringa est souvent utilisé en tant que complément alimentaire pour de nombreux bienfaits par exemple aider à l'amélioration du système immunitaire, une hausse d'énergie, réduction du taux de sucre dans le sang, ect... Nous l'avons choisi au vu de ses bienfaits pour la santé qu'il apporte non seulement aux êtres humains mais également aux animaux et en particulier pour leur système immunitaire et digestif. De plus, il est aussi présent à de nombreux endroits de l'île.



*Image des fleurs, des fruits, et des graines de moringa réduit en poudre*

Les graines de moringa contiennent énormément de lipides, de protéines et de quelques fibres. Les feuilles de moringa contiennent beaucoup de fibres, et possèdent des bienfaits sur le système digestif et immunitaire. L'association de ces deux sources de fibres et de protéines permet de mettre à disposition de nos animaux une nourriture de qualité et de garder les animaux en bonne santé.

**Tableau I :** Composition biochimique de la graine de *Moringa Oleifera* (Louni, 2009).

Composition biochimique de la graine	Duke et Atchley, (1984)	Makkar et Backer, (1997)	Anwar et Bangher, (2003)	Abdulkarim et al., (2005)
Humidité (%)	4,1	-	5,7	7,9
Cendre (%)	3,2	3,8	6,6	6,5
Protéine (%)	38,4	36,7	29,36	38,3
Matière grasse (%)	34,7	41,7	40,39	30,8
Fibre (%)	34,7	4,8	7,20	4,5
Sucres totaux (%)	17,1	17,8	-	16,5

*Tableau de différentes études au fil des années sur les constituants des graines de moringa selon l'étude<sup>3</sup>*



*Images des feuilles de moringa*

The nutrient compositions<sup>a</sup> of leaves, leaf powder, seeds and pods.

Nutrients	Fresh leaves	Dry leaves	Leaf powder	Seed	Pods
Calories (cal)	92	329	205	–	26
Protein (g)	6.7	29.4	27.1	35.97 ± 0.19	2.5
Fat (g)	1.7	5.2	2.3	38.67 ± 0.03	0.1
Carbohydrate (g)	12.5	41.2	38.2	8.67 ± 0.12	3.7
Fibre (g)	0.9	12.5	19.2	2.87 ± 0.03	4.8
Vitamin B1 (mg)	0.06	2.02	2.64	0.05	0.05
Vitamin B2 (mg)	0.05	21.3	20.5	0.06	0.07
Vitamin B3 (mg)	0.8	7.6	8.2	0.2	0.2
Vitamin C (mg)	220	15.8	17.3	4.5 ± 0.17	120
Vitamin E (mg)	448	10.8	113	751.67 ± 4.41	–
Calcium (mg)	440	2185	2003	45	30
Magnesium (mg)	42	448	368	635 ± 8.66	24
Phosphorus (mg)	70	252	204	75	110
Potassium (mg)	259	1236	1324	–	259
Copper (mg)	0.07	0.49	0.57	5.20 ± 0.15	3.1
Iron (mg)	0.85	25.6	28.2	–	5.3
Sulphur (mg)	–	–	870	0.05	137

<sup>a</sup> All values are in 100 g per plant material [12,52,60].

*Tableau des différents apports des feuilles de moringa selon si elles sont fraîches, séchées ou en poudre par l'étude<sup>4</sup>*

### Feuilles de bananier

Les feuilles de bananier contiennent énormément de minéraux et de fibres essentiels pour stimuler le système digestif et peut servir d'antidote.



*Image d'un plant de bananier*

**Table 1: Nutritional value of banana leaf.<sup>8,9</sup>**

<b>Nutrients</b>	<b>Value % dry matter</b>		
Carbohydrate	5 %		
Fibre	72 %		
Lignin	5-10 %	Selenium	24.9 %
Hemi-cellulose	6-19 %	Potassium	11.6 %
Pectin	3-5 %	Calcium	8.0 %
Tannins	0.11 %	Magnesium	1.1 %
Cellulose	60-65 %	Phosphorus	0.7 %

Chlorophyll, which protects against skin problems and intestinal ulcers, is found in banana leaves. Banana leaf extract might be used to create sunscreen gel to shield against the sun<sup>1</sup>.

The bioactive phytonutrients found in banana leaves may be engaged in a variety of physiological biological processes.

The hypoglycemic effects of N-butanol, aqueous residual fractions, and crude banana leaf extract are similarly comparable. By lowering blood sugar levels, enhancing insulin production, enhancing glycogen storage, and blocking the enzymes that cause

*Photo et tableaux des bienfaits des feuilles de bananes selon un revue de plusieurs études venant<sup>5</sup>*

Pour les obtenir, nous avons cherché dans plusieurs endroits comme dans la nature, auprès de nos voisins, mais aussi avec l'aide de nos camarades de classe qui s'en sont servi pour leurs différents projets. Si notre projet aboutit, nous pourrions utiliser les invendus de supermarché ou bien faire comme les poubelles de tri sauf que ça serait un bac spécial pour que les habitants puissent jeter leurs déchets alimentaires.



Photo de l'ensemble des restes alimentaires pour cette expérience

### 3) Protocole, expériences et perspectives :

Sur la base de la littérature et comme nous souhaitons faire de l'élevage de poulet de chair, nous proposons une formulation à 70% en masse comprenant les protéines, la cellulose, la matière grasse et les vitamines. Ces substances sont disponibles dans les graines de jacque et de moringa et la peau de jacque. Les 30% restant correspondent à l'apport des sels minéraux et des fibres. Cette source de fibres et des sels minéraux seront apportés par les feuilles de bananier, de Jacque et de Moringa.

Pour cela, nous nous sommes dit que l'on devait partir d'une base d'un mélange de ces restes de végétaux pour pouvoir créer une « pâte » alimentaire. Nous avons donc fait un essai avec les quantités ci-dessous :

Ingrédients	Feuilles de moringa	Feuilles de bananier	Feuilles de jacquier	Peau de jacquier	Graines de moringa	Graines de jacquier
Masse (en g)	15,9	12,3	16,2	47,8	17,4	10,2
Pourcentage	13,3 %	10,3 %	13,5 %	39,9 %	14,5 %	8,5 %



Photographie de la pesée des différentes feuilles et de la peau de jacque



Nous avons commencé par découper les feuilles puis nous les avons pesées séparément avec une balance car elles ne possèdent pas tous la même masse. Puis, nous avons pesé les graines et la peau du jacques provenant des autres projets qu'ils ont utilisés.

Dans un premier temps, nous avons mixé les feuilles. Nous avons par la suite rajouté de l'eau dans le but de faciliter le mixage et éviter une surchauffe des lames en raison du frottement.



*Photographies des feuilles en début de broyage*

Ce n'est qu'ensuite que nous avons rajouté la peau de jacquier pour donner plus de texture à la « pâte ». Enfin, nous avons ajouté les graines au mélange. Nous avons obtenu une pâte vert foncé et visqueuse.



*Photographie lors de l'ajout des graines et de la peau de jacques*

#### **4) Visites des laboratoires et entreprises :**

Pour mieux comprendre notre problématique et analyser nos matières premières, nous nous sommes rendus d'abord au CRIIBE à Perpignan puis au LCA à Toulouse afin de rencontrer et de bénéficier de l'expertise des chercheurs.

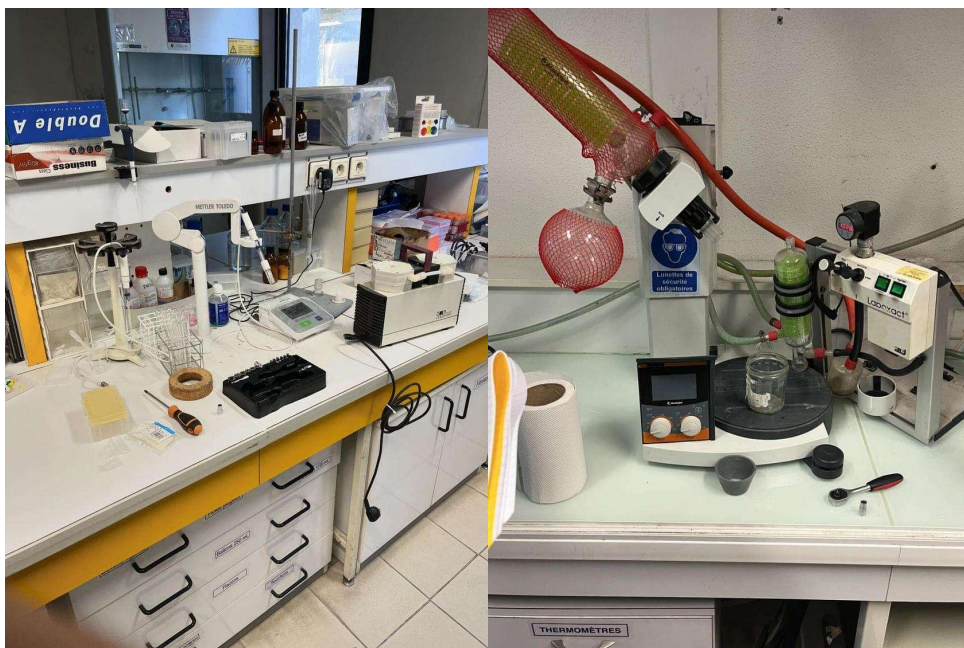
Nous nous sommes rendus, en premier lieu, au Laboratoire CRIIBE ou le centre de recherche insulaire et observatoire de l'environnement qui comme le nom l'indique étudie la flore et la faune

marine des îles. Nous avons été accueillis par le Professeur Cédric BERTRAND, le directeur du département de chimie, il nous a expliqué plus précisément les domaines étudiés au laboratoire CRIOBE.



*Photo de notre équipe avec Professeur Cédric BERTRAND au CRIOBE*

Ils étudient les métabolites (des molécules produites par les organismes vivants) des êtres vivants afin de préserver leurs écosystèmes, les protéines et bien d'autres. Cette expertise nous permettra de mieux comprendre l'apport énergétique de notre matière première c'est-à-dire des graines et des feuilles.



**Photo d'une paillasson et d'un appareil soxhlet**

D'autre part, il y a la section machinerie et des analyses où ils stockent, entretiennent des machines leur servant à effectuer des analyses mais en plus d'autres laboratoires et entreprises coopèrent avec eux pour les utiliser à cause de leurs prix exorbitant.



*Photo de différentes machines utilisées, ici un appareil de chromatographie liquide haute performance et un appareil à résonance magnétique nucléaire.*

Enfin nous avons fini par la présentation de notre projet pour que nous ayons un avis constructif, nous avons compris que nous devons revoir notre manière de penser pour pouvoir le réaliser avec succès pour le réaliser. Après nous sommes partis au LCA de Toulouse représentant les initiales du laboratoire de chimie agro-industrielle. Nous avons été accueillis par le Dr Romain Valentin et son équipe qui travaillent sur les huiles végétales. Nous avons donc débuté la visite par la section expérimentale, nous avons pu voir deux machines très intéressantes pour notre projet.



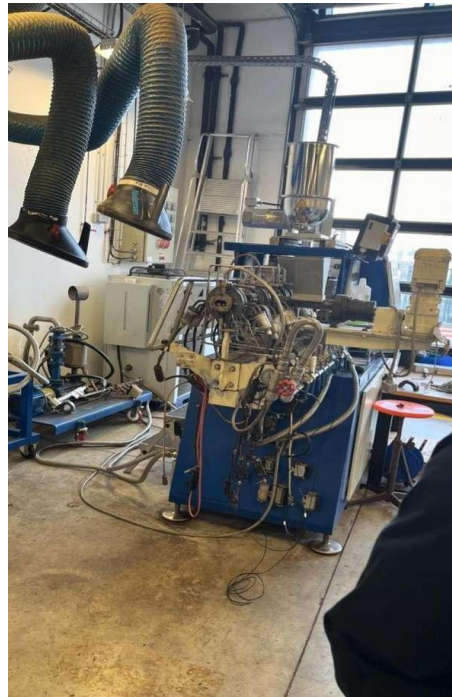
*Photo de notre équipe à l'École nationale supérieure des ingénieurs en arts chimiques et technologiques avec Dr Romain Valentin*

La première machine se nomme l'étuve, elle permet des traitements thermiques de produit afin de les assécher afin de les utiliser pour différentes utilisations comme connaître leurs masses sèches.



*Image d'une étuve*

La seconde machine se nomme l'extrudeuse, elle permet de mettre sous pression et de chauffer de la matière pour la faire prendre une forme précise comme de la poudre ou des granulés.



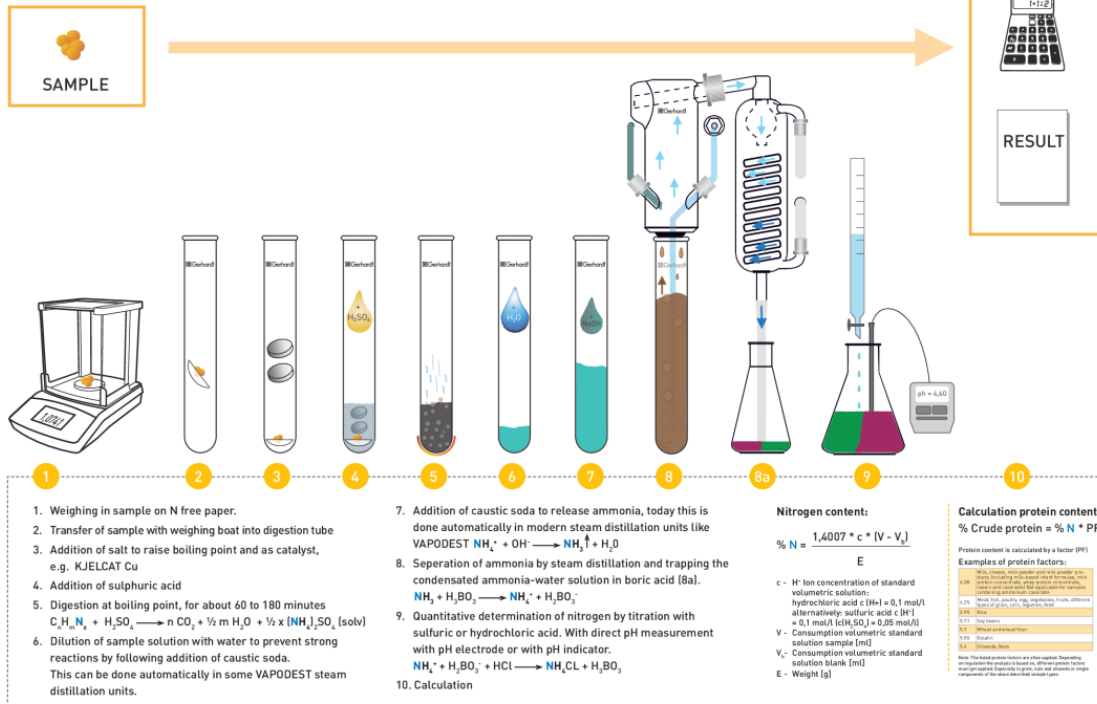
*Photo d'une extrudeuse*



*Photos d'une salle de la partie expérimentation avec de nombreuses paillasse, matériel et des hottes d'aspiration*

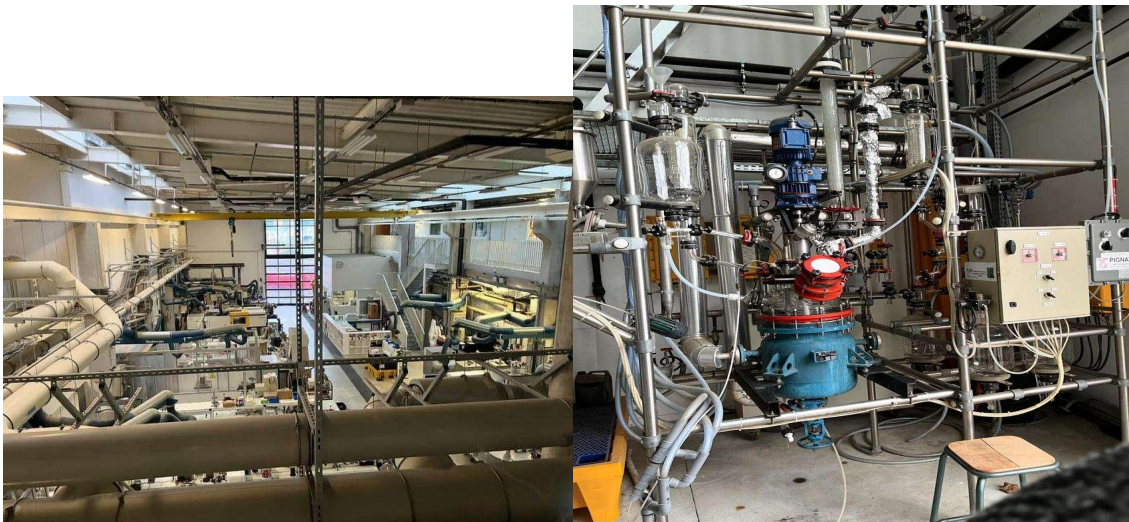
Puis, ils nous ont parlé d'une méthode d'analyse qui est la méthode Kjeldahl, elle consiste à déterminer le taux de protéine dans un produit alimentaire en déterminant le taux d'azote de ce dernier car une protéine est une chaîne d'acide aminé et les acides sont composés d'azotes.

# Kjeldahl Analysis for Nitrogen and Protein



Protocole illustré de la méthode kjeldahl réalisé par C. Gerhardt Analytical Systems

Nous sommes ensuite dirigés vers la section d'analyse qui, comme au CRIOBE, effectue différentes analyses suite aux expériences menées. Nous avons fini notre visite par la section industrielle où de nombreuses machines y étaient utilisées comme l'extrudeuse citée auparavant mais également des machines servant à la distillation des échantillons.





*Photos de la partie industrielle du LCA avec des machines pour la distillation*

Enfin nous terminons par la présentation de notre projet. Nous avons reçu des avis favorables ainsi que des conseils qui nous serviront à l'améliorer et obtenir un produit de bonne qualité.

### **Entreprise Ekwali**

Désormais, nous souhaiterions visiter l'entreprise Ekwali, l'une des seules entreprises de fabrication de nourriture animale à Mayotte qui se situe à Dombéni. Cela nous permettrait de comprendre ce que recherchent les producteurs en termes de qualité de produit, savoir comment sont fabriqués à l'échelle industrielle des granulés alimentaires et finalement comment faire pour pouvoir se démarquer de la norme.



*Image de l'entrée d'Ekwali à Dombéni (Sud de Mayotte)*

### **Conclusion**

En résumé, notre projet s'articule en quatre grandes parties :

- la recherche des besoins nutritionnels des animaux,
- la recherche d'aliments correspondant à leurs besoins,
- la réalisation des granulés
- les tests sur les animaux

Nous en sommes actuellement à la troisième étape, c'est-à-dire que nous commençons à faire des essais expérimentaux pour créer la base de nos granulés en cherchant des quantités adaptées. De notre point de vue, ce projet est innovant en raison de l'utilisation de ressources locales et/ou recyclées. De plus, nous contribuons à réduire le gaspillage alimentaire mais également réduire l'impact d'une telle production sur l'environnement. Cela peut également inciter les éleveurs et les populations à utiliser des ressources locales tout en leur proposant une alimentation durable et accessible tout au long de l'année quel que soit la saison (par exemple en remplaçant les graines de

jacquier par celle de la papaye). Concernant nos perspectives, nous souhaiterions pouvoir produire ces granulés à l'échelle industrielle et donner une image plus importante d'une nourriture animale écologique et peu coûteuse produite à partir d'éléments locaux, ce qui pourrait pousser les éleveurs locaux voir également les particuliers à acheter notre nourriture à la place de celle déjà présente sur le marché.

Bien évidemment nous envisageons de nombreuses perspectives pour aboutir à de bon résultat notamment :

Comment pouvoir assurer un approvisionnement sur le long terme de matières premières en sachant que certains végétaux ne poussent pas à la même période ?

Comment garantir la durée de vie de ce produit ?

Est-ce que tous les ingrédients du produit peuvent convenir à tout type d'animaux ?

Pourquoi avoir opté à la fabrication d'une pâte et des granulés au lieu d'utiliser les produits à l'état brut ?

Comment vérifier l'efficacité du produit ?

#### **Références :**

- 1 R. Brahma and S. Ray, *Food Chemistry Advances*, 2022, **1**, 100119.
- 2 M. U. H. Suzihaque, N. A. M. Zaki, H. Alwi, U. K. Ibrahim, S. F. Abd Karim and N. K. Anuar, *Materials Today: Proceedings*, 2022, **63**, S451–S455.
- 3 H. Boussekine, *Biologie et Sciences de la Nature et de la vie*, Université Abderrahmane Mira, 2020.
- 4 L. Gopalakrishnan, K. Doriya and D. S. Kumar, *Food Science and Human Wellness*, 2016, **5**, 49–56.
- 5 K. Karpagavalli, N. I, S. L. M, N. G, T. K, H. A. Selvan.V and D. S, *Journal of Survey in Fisheries Sciences*, 2023, **10**, 3512–3517.



# NaturaBêtes

## Les 5 étapes du projet

1

La recherche des besoins nutritionnels



2

La recherche de produits correspondants à ces besoins



3

La formulation et la création d'une pâte



4

Les visites de laboratoires et entreprises



5

Les tests sur les animaux



# NaturaBêtes

